

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. April 2001 (26.04.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/29819 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: G10K 11/178

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/08775

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. September 2000 (08.09.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
199 49 685.4 15. Oktober 1999 (15.10.1999) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): FILTERWERK MANN+HUMMEL GMBH
[DE/DE]; 71631 Ludwigsburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FÜSSER, Rolf
[DE/DE]; Schulgasse 1, 76332 Bad Herrenalb (DE).
PRICKEN, Franc [DE/DE]; Grossingersheimer Weg 2/1,
71691 Freiberg (DE). SCHIRMACHER, Rolf [DE/DE];
Wittelsbacherstrasse 7, 82110 Germering (DE).

(74) Anwalt: VOTH, Gerhard; Filterwerk Mann+Hummel
GmbH, 71631 Ludwigsburg (DE).

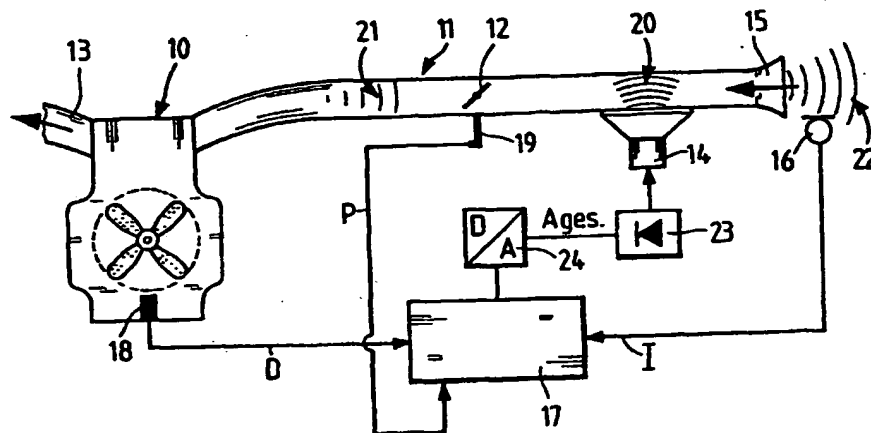
(81) Bestimmungsstaaten (national): BR, CA, CZ, JP, MX,
US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR ACTIVELY INFLUENCING THE INTAKE NOISE OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR AKTIVEN BEEINFLUSSUNG DES ANSAUGGERÄUSCHES EINER BRENNKRAFTMASCHINE



WO 01/29819 A1 (57) Abstract: A method and a device for actively influencing the intake noise of an internal combustion engine are disclosed. The device for carrying out said method comprises a controller (7), which records the actual noise value (I) by means of a microphone (16) and compares said actual noise value with a set noise signal, which is dependent upon engine speed (D). Further parameters (P) may also be measured, such as, for example, the position of the throttle (12). A comparison signal is generated by comparing the actual noise value and the set noise value. Said comparison signal influences a control signal (A_{ges}) which is also dependent upon the speed of the internal combustion engine. The control signal (A_{ges}) is fed to a loudspeaker (14) which generates a correcting noise (20). Said correcting noise (20) is superimposed on the intake noise (21) to generate the actual noise value (22). The actual noise value should correspond as closely as possible to the set noise value. In this manner, it is not only possible to reduce the level of intake noise, but also to tailor the intake noise to a desired set sound. Similarly, the intake noise can be freely shaped, within the limits of the loudspeaker output, whereby the driver of the vehicle can be given an acoustic feedback, for example under specified operating conditions.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

— Mit internationalem Recherchenbericht.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur aktiven Beeinflussung des Ansauggeräusches einer Brennkraftmaschine vorgeschlagen. Die Vorrichtung zur Durchführung des entsprechenden Verfahrens besteht aus einer Steuerung (7), die das Istgeräusch I mit Hilfe eines Mikrofons (16) aufnimmt und mit Hilfe eines von der Drehzahl D abhängigen Sollgeräuschsignals vergleicht. Es können auch weitere Parameter P, wie z.B. die Stellung der Drosselklappe (12) einfließen. Durch den Vergleich von Sollgeräusch und Istgeräusch wird ein Vergleichssignal erzeugt, welches ein Steuersignal A_{ges} , welches ebenfalls von der Drehzahl der Brennkraftmaschine abhängig ist, beeinflusst. Das Steuersignal A_{ges} wird einem Lautsprecher (14) zugeführt, der ein Korrekturgeräusch (20) erzeugt. Dieses wird dem Ansauggeräusch (21) überlagert, wodurch das Istgeräusch (22) erzeugt wird. Das Istgeräusch soll möglichst dem Sollgeräusch entsprechen. Hierbei ist nicht nur eine Verringerung des Ansauggeräusches, sondern auch eine Anpassung des Ansauggeräusches an einen gewünschten Sollklang möglich. Hierdurch läßt sich das Ansauggeräusch im Rahmen der Lautsprecherleistung frei gestalten, wodurch dem Fahrer des Fahrzeugs z.B. in bestimmten Betriebszuständen eine akustische Rückkopplung gegeben werden kann.

Verfahren und Vorrichtung zur aktiven Beeinflussung des Ansauggeräusches einer Brennkraftmaschine

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur aktiven Beeinflussung des Ansauggeräusches einer Brennkraftmaschine, bei dem durch einen elektromechanischen Wandler ein Korrekturgeräusch erzeugt wird, welches dem Ansauggeräusch überlagert wird, nach der Gattung des Patentanspruches 1. Außerdem betrifft die Erfindung eine Vorrichtung, die zur Durchführung des genannten Verfahrens geeignet ist nach der Gattung des Patentanspruches 3.

Die aktive Beeinflussung des Ansauggeräusches einer Brennkraftmaschine, z. B. durch einen Lautsprecher, ist bekannt. Eine mögliche Schaltungsanordnung mit einer passenden elektronischen Regelung ist in der US 5 321 759 gezeigt. Bei der Anordnung gemäß Figur 1 dieses Dokumentes interessiert in diesem Zusammenhang nur der Ansaugtrakt 12, von dem ein Ansauggeräusch 20 abgestrahlt wird. Die Steuerung erhält zumindest ein Drehzahlsignal 44 von der Brennkraftmaschine 10, welches in der elektronischen Steuerung 26 verarbeitet wird. Zusätzlich können weitere Größen, wie z. B. die Stellung 18 einer Drosselklappe 16, mit in den Rechenprozeß der elektronischen Steuerung einbezogen werden.

Aus diesen Meßgrößen errechnet die Steuerung 26 ein Ausgangssignal, welches durch einen Lautsprecher 28 in ein Geräusch gewandelt wird, welches dem Ansauggeräusch überlagert wird. Diese Maßnahme erfolgt zu dem Zweck einer Verringerung des Ansauggeräusches. Dabei macht man sich den Umstand zunutze, daß ein wei-

tes Spektrum des von der Brennkraftmaschine ausgehenden Ansauggeräusches direkt von der Drehzahl abhängt, wobei sich die Frequenz des Geräusches durch verschiedene Vielfache der Drehzahl ergeben. Durch Abstrahlen des durch die Steuerung ermittelten Geräusches in den Ansaugtrakt durch den Lautsprecher 28 kann das entsprechende Teilgeräusch im Ansaugrohr vermindert werden. Im Idealfall benötigt das durch den Lautsprecher 28 abgestrahlte Geräusch daher eine entgegengesetzte Amplitude gleichen Betrags, so daß der entsprechende Geräuschanteil gelöscht wird.

Um den Grad der Geräuschverminderung erfassen zu können, ist im Ansaugtrakt weiterhin ein Fehlermikrofon 30 angebracht, welches das durch den Lautsprecher 28 beeinflusste Ansauggeräusch aufnimmt. Das entsprechend gefilterte Signal des Fehlermikrofons 30 gibt der Steuerung Aufschluß über den Grad der Geräuschminimierung im Ansaugtrakt, so daß das Ausgangssignal für den Lautsprecher 28 hinsichtlich einer optimierten Geräuschreduzierung variiert werden kann.

Mit dem beschriebenen System läßt sich eine effektive Verringerung des Ansauggeräusches unabhängig von der Drehzahl der Brennkraftmaschine erreichen. Im Vergleich zu konventionellen Geräuschdämpfern, wie z. B. Resonatoren, wird für die aktive Geräuschminimierung kein zusätzliches Volumen benötigt.

Eine effektive Geräuschminimierung in der beschriebenen Weise ist jedoch nicht in allen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine erwünscht. In bestimmten Betriebszuständen benötigt der Fahrer die akustischen Informationen der Brennkraftmaschine, z. B. für die richtige Wahl des Schaltzeitpunktes im Betrieb. Eine konsequente Minderung der Ansauggeräusches über die gesamte Drehzahl der Brennkraftmaschine würde daher dem Fahrer ein falsches Bild der Motorcharakteristik vermitteln, was zu Fehlbelastung der Brennkraftmaschine und somit zu einem erhöhten Verbrauch führen würde.

Man könnte nun in bestimmten Betriebszuständen die aktive Geräuschminimierung abschalten. Dies hätte jedoch eine abrupte Veränderung des Ansauggeräusches zur Folge, was den Fahrer des Fahrzeugs in ähnlicher Weise verwirren würde, da er dies

von gewöhnlichen Brennkraftmaschinen nicht gewöhnt ist. Hierdurch läßt sich das geschilderte Problem daher nicht befriedigend lösen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens zu schaffen, wodurch eine aktive Beeinflussung des Ansauggeräusches einer Brennkraftmaschine möglich ist, wobei der Grad der Beeinflussung des Ansauggeräusches wählbar sein soll. Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Verfahrensanspruches 1 gelöst. Ferner wird gemäß Anspruch 3 eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß Anspruch 1 beansprucht.

Vorteile der Erfindung

In dem erfindungsgemäßen Verfahren ist in bekannter Weise ein elektromechanischer Wandler, der z. B. aus einem Lautsprecher bestehen kann und ein Korrekturgeräusch erzeugt, vorgesehen. Dieser ist so angebracht, daß das Ansauggeräusch überlagert werden kann. Das kann z. B. dadurch gewährleistet werden, daß der Lautsprecher an der Außenwand des Ansaugtraktes befestigt ist und in das Innere des Saugrohres hineinstrahlt. Es ist aber ebenso möglich, den Lautsprecher außerhalb des Ansaugsystems im Motorraum unterzubringen. Wichtig hierbei ist lediglich, daß die abgestrahlten Schallwellen des Lautsprechers sich mit dem Ansauggeräusch überlagern lassen.

Weiterhin ist ein Sensor, insbesondere ein Mikrofon vorgesehen, welcher derart im Motorraum oder im Ansaugtrakt angebracht ist, daß er das mit dem Korrekturgeräusch des elektromechanischen Wandlers überlagerte Ansauggeräusch der Brennkraftmaschine registrieren kann. Sowohl der elektromechanische Wandler als auch der Sensor sind an eine Steuerung angeschlossen, welche weiterhin zumindest ein von der Brennkraftmaschine stammendes Drehzahlsignal verarbeitet. In Abhängigkeit des Drehzahlsignals und des Signals des Sensors werden Frequenz, Amplitude und Phase des Ausgangssignals modifiziert, durch welches der elektromechanische Wandler angesteuert wird.

Das Drehzahlsignal kann durch einen speziell hierfür vorgesehenen Sensor erzeugt werden, welcher an die Steuerung angeschlossen ist. Alternativ hierzu besteht jedoch auch die Möglichkeit, das Drehzahlsignal einem anderen, an der Brennkraftmaschine vorgesehenen Informationskreislauf zu entnehmen. Moderne Brennkraftmaschinen besitzen ein Motormanagement, welches ebenfalls die Verwertung des Drehzahlsignals gewährleistet. Dieses System kann für die Drehzahlinformation angezapft werden, wodurch ein zusätzlicher Drehzahlsensor eingespart wird.

Der elektromechanische Wandler kann durch einen entsprechend dimensionierten Lautsprecher realisiert werden. Bei geschickter Auslegung des Gesamtsystems kann dies z. B. ein handelsüblicher Lautsprecher mit einem Durchmesser von 15 cm sein, der an der Rohluftleitung angebracht wird. Der Kontrollsensor kann durch ein einfaches Elektretmikrofon gebildet werden. Dieses entwickelt seine Wirkung besonders gut, wenn es in der Nähe der Ansaugöffnung des Ansaugsystems untergebracht wird. Die elektronische Steuereinheit wird bevorzugt durch ein Signalprozessorsystem gebildet, in dem die Funktionseinheiten der Steuerung digital nachgebildet werden. Damit ist eine sehr kleine, integrierte und kostengünstige Realisierung des Systems möglich. Selbstverständlich läßt sich das Signalprozessorsystem auch durch eine Analogrechenschaltung realisieren.

Erfindungsgemäß ist in dem Verfahren vorgesehen, daß das Istgeräusch, welches sich aus der Überlagerung des Ansauggeräusches mit dem Korrekturgeräusch ergibt, mit einem Sollgeräusch verglichen wird. Dabei ist zu betonen, daß das Sollgeräusch auf die Erzielung eines Wunschgeräusches am Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine gerichtet ist, also auch verschieden von 0 sein kann. Durch den Vergleich des Istgeräusches mit dem Sollgeräusch kann die Steuerung die Charakteristik des Korrekturgeräusches derart modifizieren, daß dieses in Überlagerung mit dem Ansauggeräusch der Brennkraftmaschine an das gewünschte Sollgeräusch angenähert wird. Diese Annäherungsschritte werden ständig wiederholt, oder es erfolgt sogar eine kontinuierliche Anpassung des Ansauggeräusches an das Sollgeräusch.

Daraus ergibt sich, daß das gewünschte Sollgeräusch der Steuerung in irgendeiner Weise zur Verfügung gestellt werden muß. Dieses kann insbesondere auch abhängig von der Drehzahl der Brennkraftmaschine ermittelt werden, was vorteilhaft ist, da

auch das Ansauggeräusch aus den bereits beschriebenen Gründen hauptsächlich drehzahlabhängig ist. Hierdurch läßt sich ein Ansauggeräusch als Istgeräusch erzeugen. Dabei kann die Zielsetzung sowohl die Verminderung des Ansauggeräusches als auch in bestimmten Fällen eine Erhöhung der Ansauggeräusches sein. Ob eine Verminderung oder eine Erhöhung bewirkt wird, hängt von der Phasenlage des Korrekturgeräusches in Bezug auf das Ansauggeräusch ab. Der Betrag der Erhöhung oder Verminderung des Ansauggeräusches läßt sich durch die Amplitude des Korrekturgeräusches beeinflussen und ist durch die Lautsprecherleistung begrenzt. Die Frequenz des Korrekturgeräusches hängt direkt von der Drehzahl der Brennkraftmaschine ab.

Der Vergleich des Istgeräusches mit einem gewünschten Sollgeräusch läßt sich in vorteilhafter Weise auf verschiedene Weise nutzen. Zum Beispiel kann ein starkes Ansauggeräusch, für dessen komplette Löschung die Leistung des Lautsprechers nicht reichen würde, in ein moderateres, für die menschliche Wahrnehmung erträglicheres Ansauggeräusch transformiert werden. Außerdem benötigt der Fahrer des Fahrzeugs in bestimmten Betriebszuständen eine akustische Rückkopplung zum Motor. Dies ist z. B. nötig, um den korrekten Zeitpunkt für das Schalten der Gänge zu ermitteln. In diesen Betriebszuständen kann das Ansauggeräusch der Brennkraftmaschine direkt beeinflußt werden, z. B. durch eine degressive Ansauggeräuschverminderung in höheren Drehzahlbereichen. Letztendlich läßt sich durch Vorgabe des Sollgeräusches auch das Ansauggeräusch hinsichtlich eines sportlichen Klangs der Brennkraftmaschine beeinflussen. Hierdurch finden sich also Anwendungsfälle im Bereich des sogenannten Sound-Design.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens ist in Anspruch 3 beansprucht. Diese Vorrichtung muß zumindest die folgenden Komponenten aufweisen.

Es ist eine Steuerung notwendig, welche das Drehzahlsignal D der Brennkraftmaschine verarbeiten kann, um in dessen Abhängigkeit ein Steuersignal A zu erzeugen. Das Steuersignal A dient zur Betätigung des elektromechanischen Wandlers, insbesondere des Lautsprechers zur Erzeugung des Korrekturgeräusches.

Weiterhin muß die Steuerung Informationen über das Sollgeräuschsignal S und das Istgeräuschsignal I erhalten. Das Sollgeräuschsignal dient der Steuerung zum Vergleich mit dem Istgeräuschsignal, so daß die Abweichung ermittelt werden kann. Das Istgeräuschsignal setzt sich aus der Überlagerung des Ansauggeräusches mit dem Korrekturgeräusch zusammen, wie dies bereits beschrieben worden ist. Das Sollgeräuschsignal entspricht einem Sollgeräusch, welches durch die Beeinflussung des Ansauggeräusches durch das Korrekturgeräusch erzeugt werden soll.

Die Drehzahl der Brennkraftmaschine muß zur Erzeugung des Drehzahlsignals über eine Schnittstelle der Steuerung zugeführt werden. An dieser Schnittstelle ist im allgemeinen ein Drehzahlsensor angeschlossen, der auch in das Motormanagement integriert sein kann. Ein solcher Sensor liefert im allgemeinen bereits ein Drehzahl-signal, welches evtl. in das Drehzahl-signal D konvertiert werden muß.

Für die Erfassung des Istgeräusches muß ebenfalls ein Sensor vorgesehen sein. Der Sensor stellt dann ein entsprechendes Istgeräuschsignal I zur Verfügung, welches in der Steuerung verarbeitet werden kann.

Zuletzt muß ein elektromechanischer Wandler zur Erzeugung des Korrekturgeräusches vorgesehen werden. Hier ist im allgemeinen ein handelsüblicher Lautsprecher ausreichend.

Die beschriebene Vorrichtung bedeutet einen Minimalaufwand an Komponenten zur Erreichung einer aktiven Beeinflussung des Ansauggeräusches. Die Steuerung wird bevorzugt durch einen digitalen Rechner gebildet. Die Signale müssen entsprechend in analoge oder digitale Form gewandelt werden. Das Steuersignal muß evtl. noch verstärkt werden, um die gewünschten Amplituden der Lautsprecherschwingungen zur Erzeugung des Korrekturgeräusches zu erzielen.

Gemäß einer besonderen Ausgestaltung der Steuerung weist diese folgende Komponenten auf.

Ein erstes Mittel ist zur Erzeugung des in seiner Frequenz vom Drehzahlsignal D abhängigen Steuersignals vorgesehen. Hierbei kann es sich z. B. um einen Generator für ein sinusförmiges Steuersignal handeln.

Ein zweites Mittel dient zur Einstellung von Betrag und Phase des Steuersignals A in Abhängigkeit von einem Vergleichssignal V. Das Vergleichssignal V stellt das Ergebnis aus dem Vergleich des Istgeräuschsignals I und des Sollgeräuschsignals S dar. Es zeigt somit die Abweichung des Istgeräusches von dem gewünschten Sollgeräusch. Hiervon abhängig wird Betrag und Phase des Steuersignals korrigiert, wodurch sich eine weitere Annäherung des Istgeräusches an das Sollgeräusch ergibt. Hierbei kann ein Zusatzmittel zur Berücksichtigung der akustischen Übertragungsfunktion zwischen Wandler und Sensor hilfreich sein. Dies ermöglicht die freie Wahl für den Einbauort von elektromechanischem Wandler und Sensor. Die Übertragungsfunktion ist damit ein von dem System abhängiger konstanter Parameter.

Weiterhin ist ein drittes Mittel zur Erzeugung des Sollgeräuschsignals S vorgesehen. Dieses Mittel kann ebenfalls in den Rechner der Steuerung integriert sein. Als Eingangsgröße wird zumindest das Drehzahlsignal D verarbeitet, mit dessen Hilfe ein drehzahlabhängiges Sollgeräuschsignal S erzeugt werden kann. Selbstverständlich können auch weitere Motorparameter in diese Berechnung einfließen. Hier wäre z. B. die Stellung des Gaspedals, der gewählte Gang im Getriebe oder die bereits erwähnte Drosselklappe zu nennen.

Ein viertes Mittel ist vorgesehen, um aus dem Istgeräuschsignal und dem Sollgeräuschsignal ein Vergleichssignal zu bilden. Dies geschieht bevorzugt durch Bildung von deren Differenz, welche Aussagen über die Abweichung zwischen Ist- und Sollgeräusch ermöglicht. Auf diese Weise entsteht das Vergleichssignal V, welches zur Beeinflussung des Steuersignals A herangezogen wird.

Wie bereits erwähnt, ist es besonders sinnvoll, die Steuersignale sinusförmig auszuführen. Diese können dann an die höheren Ordnungen des drehzahlabhängigen Motorgeräusches angepaßt werden. Sollen dabei mehrere Ordnungen des Motorgeräusches beeinflußt werden, muß die Vorrichtung kaskadiert werden. Damit ist gemeint, daß das erste und zweite Mittel der Steuerung mehrfach parallel in der Steue-

nung angeordnet werden. Jede parallele Anordnung ist jeweils für die Erzeugung eines speziellen Steuersignals A bzw. für dessen Einstellung von Betrag und Phase verantwortlich. Die Steuersignale werden dann durch ein fünftes Mittel zur Addition zusammengefaßt, so daß deren Überlagerung an das dritte Mittel zur Erzeugung des Sollgeräuschsignals weitergegeben werden kann. Hierdurch läßt sich dann der elektromechanische Wandler ansteuern.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel wird nachfolgend anhand der Zeichnungen erläutert. Hierbei zeigen:

- Figur 1 die Anordnung der Vorrichtung an der Brennkraftmaschine als Blockschaltbild und
- Figur 2 einen möglichen Aufbau der Steuerung gemäß Figur 1 als Blockschaltbild.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist eine Brennkraftmaschine 10 schematisch dargestellt. Diese besitzt einen Ansaugtrakt 11 mit einer Drosselklappe 12 und einer Abgasanlage 13. Die Richtung der Ansaugluft sowie des Abgases ist durch Pfeile angedeutet.

Im Ansaugtrakt ist weiterhin ein elektromechanischer Wandler 14, der hier als Lautsprecher ausgeführt ist, angeordnet. An einem Ansaugstutzen 15 ist ein Sensor 16, hier als Mikrofon ausgeführt, angebracht. Weiterhin ist eine Steuerung 17 vorgesehen, der ein durch den Sensor 16 aufgenommenes Istgeräuschsignal I sowie ein von der Brennkraftmaschine 10 abgenommenes Drehzahlsignal D zugeführt wird. Das Drehzahlsignal kann z. B. durch einen Drehzahlsensor 18 gemessen werden. Auch ist die Messung des Drosselklappenwinkels mit Hilfe eines Lagesensors 19 möglich.

Diese erzeugt einen weiteren Parameter P, der ebenfalls durch die Steuerung 17 verarbeitet werden kann.

Die Steuerung 17 erzeugt ein Steuersignal A_{ges} , welches von dem elektromechanischen Wandler 14 in ein Korrekturgeräusch 20 umgesetzt wird. Dieses wird dem Ansauggeräusch 21 der Brennkraftmaschine, welches sich durch den Ansaugtrakt 11 ausbreitet, überlagert. Hieraus ergibt sich ein Istgeräusch 22, welches z. B. am Ansaugstutzen 15 durch den Sensor 16 gemessen werden kann. Daraus resultiert das Istgeräuschsignal I.

Die Steuerung 17 ist als digitaler Rechner aufgebaut. Das Steuersignal A_{ges} muß daher durch einen Digitalanalogwandler 24 in ein analoges Signal umgewandelt werden, mit dessen Hilfe der elektromechanische Wandler 14 angesteuert werden kann. Diese Ausführungsform stellt die günstigste Variante hinsichtlich des Komponentenaufwands, der Fertigungskosten und der Zuverlässigkeit der Vorrichtung dar. Genauso denkbar ist jedoch der Aufbau der Steuerung 17 als Analogrechner. Die Signale werden entsprechend analog verarbeitet und müssen evtl. vorher in Analogsignale gewandelt werden (je nachdem, ob die Sensoren digitale oder analoge Signale liefern). Das Steuersignal A_{ges} , welches eine analoge Steuerung 17 zur Verfügung stellt, muß dann nicht mehr gewandelt werden. Evtl. ist noch eine Verstärkung des Steuersignals A_{ges} notwendig. Dies geschieht gegebenenfalls durch einen Verstärker 23.

Ein Beispiel für den Aufbau der Steuerung 17 ist Figur 2 zu entnehmen. Diese Steuerung weist eine Schnittstelle 25a, b für den Eingang des Drehzahlsignals D von der Brennkraftmaschine auf. Über die Schnittstelle 25a kann das Drehzahlsignal D von einem ersten Mittel 26 zur Erzeugung eines drehzahlabhängigen Steuersignals A verarbeitet werden. Über die Schnittstelle 25b wird auch ein drittes Mittel 27 mit dem Drehzahlsignal D versorgt. Dieses dritte Mittel ist zur Erzeugung eines Sollgeräuschsignals S vorgesehen. Über die Schnittstellen 25c können weitere Parameter, wie z. B. Informationen über die Stellung der Drosselklappe 12 oder die Stellung des Gaspedals oder des eingelegten Ganges oder auch über die der Brennkraftmaschine zugeführte Luftmasse in das dritte Mittel eingespeist werden.

Ein viertes Mittel 28 ist zur Erzeugung eines Vergleichssignals V vorgesehen. Das Vergleichssignal wird durch Differenzbildung zwischen dem Sollgeräuschsignal S und dem Istgeräuschsignal I, welches über eine Schnittstelle 25d der Steuerung zugeführt wird, berechnet.

Das bereits genannte erste Mittel 26 erzeugt das Steuersignal A. Schon bei der Erzeugung dieses Steuersignals fließt das Drehzahlsignal D der Brennkraftmaschine ein. In der Steuerung gemäß des Ausführungsbeispiels ist das erste Mittel 26 zweifach vorgesehen. Auf diese Weise lassen sich zwei Ordnungen des drehzahlabhängigen Ansauggeräusches direkt beeinflussen. Auf die dargestellte Weise ist das System für beliebig viele Ordnungen kaskadierbar.

Im Anschluß an das erste Mittel folgt ein zweites Mittel 29 zur Einstellung von Betrag und Phase des Steuersignals A. Hierzu wird das Vergleichssignal V herangezogen, welches ein Maß der Abweichung des Istgeräusches 22 von einem dem Sollgeräuschsignal S entsprechenden Sollgeräusch darstellt. Das Vergleichssignal V wird mit dem mit der Übertragungsfunktion H gesteuerten Steuersignal A_H multipliziert, wobei sich hierdurch ein Maß für die Veränderung von Betrag und Phase des Steuersignals A ergibt. Die Übertragungsfunktion H ergibt sich aus den geometrischen und akustischen Gegebenheiten des Anwendungsfalles und kann eine Konstante sein. Sie kommt dadurch zustande, daß das mit dem Korrekturgeräusch 20 überlagerte Ansauggeräusch 21 bis zur Aufnahme durch den Sensor 16 als Istgeräusch 22 einer Veränderung unterliegt, die durch die Übertragungsfunktion H beschrieben ist. Die Übertragungsfunktion H ist in einem Zusatzmittel 30 abgelegt und wird dem zweiten Mittel 29 zur Verfügung gestellt.

Die zweiten Mittel 29 liefern je ein in Frequenz, Amplitude und Phasenlage definiertes Steuersignal A. Diese Steuersignale werden durch ein fünftes Mittel 31 addiert und ergeben auf diese Weise das für den elektromechanischen Wandler relevante Steuersignal A_{ges} . Das fünfte Mittel 31 ist also nur im Falle einer Kaskadierung auf mehreren Motorordnungen notwendig. Der prinzipielle Aufbau der Vorrichtung bleibt davon jedoch unberührt. In jedem Falle liefert die Steuerung ein Steuersignal A oder A_{ges} , welches zur Steuerung des elektromechanischen Wandlers dienen soll.

Patentansprüche

1. Verfahren zur aktiven Beeinflussung des Ansauggeräusches (21) einer Brennkraftmaschine,
 - bei dem ein elektromechanischer Wandler (14) ein Korrekturgeräusch (20) erzeugt, welches das Ansauggeräusch überlagert,
 - eine Steuerung (17) zumindest ein von der Brennkraftmaschine stammendes Drehzahlsignal verarbeitet, um in dessen Abhängigkeit die Frequenz und Amplitude und Phase des schwingenden elektromechanischen Wandlers (14) zu beeinflussen und
 - ein Sensor (16) das die Überlagerung von Ansauggeräusch der Brennkraftmaschine und Korrekturgeräusch des elektromechanischen Wandlers (14) enthaltende Istgeräusch (22) aufnimmt,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Istgeräusch (22) in der Steuerung (17) mit einem gewünschten Sollgeräusch verglichen wird,
 - die Steuerung (17) die Charakteristik des Korrekturgeräusches (20) derart modifiziert, dass dieses in Überlagerung mit dem Ansauggeräusch der Brennkraftmaschine an das gewünschte Sollgeräusch angenähert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sollgeräusch in Abhängigkeit zumindest der Drehzahl der Brennkraftmaschine ermittelt wird.
3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass diese

- eine Steuerung zur Erzeugung eines Steuersignals A und zur Verarbeitung eines Drehzahlsignals D, eines Sollgeräuschsignals S und eines Istgeräuschsignals I,
 - eine Schnittstelle (25a, b) an der Steuerung zur Erfassung der Drehzahl der Brennkraftmaschine und Wandlung in das Drehzahlsignal D,
 - einen Sensor (16) zur Erfassung des Istgeräusches und Wandlung in das Istgeräuschsignal I,
 - einen elektromechanischen Wandler (14) zur Erzeugung des Korrekturgeräusches durch Wandlung des Steuersignals A,
- aufweist, wobei der Sensor (16) und der elektromechanische Wandler (14) an die Steuerung angeschlossen sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerung (17)
- ein erstes Mittel (26) zur Erzeugung des in seiner Frequenz vom Drehzahlsignal D abhängigen Steuersignals A,
 - ein zweites Mittel (29) zur Einstellung von Betrag und Phase des Steuersignals A in Abhängigkeit von einem Vergleichssignal V,
 - ein drittes Mittel (27) zur Erzeugung der Sollgeräuschsignals S und
 - ein viertes Mittel (28) zur Erzeugung des Vergleichssignals V in Abhängigkeit vom Istgeräuschsignal I und dem Sollgeräuschsignal S
- aufweist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Mittel ein Zusatzmittel (30) zur Berücksichtigung einer akustischen Übertragungsfunktion H zwischen Wandler (14) und Sensor (16) aufweist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das dritte Mittel eine Schnittstelle (25 b) zur Ermittlung des Sollgeräusches in Abhängigkeit des Drehzahlsignals D aufweist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Mittel (26) ein Generator für ein sinusförmiges Steuersignal A ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste und zweite Mittel mehrfach parallel in der Steuerung angeordnet ist, wobei ein fünftes Mittel (31) zur Addition der entstehenden Steuersignale A und Weitergabe des resultierenden Steuersignal A_{ges} an das dritte Mittel vorgesehen ist.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/08775

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G10K11/178

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G10K F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	"ADJUSTING THE TONAL QUALITY OF ENGINE NOISE USING ACTIVE NOISE CONTROL TECHNIQUES" RESEARCH DISCLOSURE, GB, INDUSTRIAL OPPORTUNITIES LTD. HAVANT, no. 320, 1 December 1990 (1990-12-01), pages 972-973, XP000163374 ISSN: 0374-4353 the whole document	1-4,6,7
A	US 5 321 759 A (YUAN YI) 14 June 1994 (1994-06-14) cited in the application column 8, line 41 -column 11, line 31; figures 3-5	5,8

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 November 2000

Date of mailing of the international search report

11/12/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Häusser, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat. of Application No
PCT/EP 00/08775

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>FR 2 692 709 A (RENAULT) 24 December 1993 (1993-12-24) abstract; figure 1</p>	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/08775

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5321759	A	14-06-1994	EP 0568127 A	03-11-1993
FR 2692709	A	24-12-1993	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/08775

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G10K11/178

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G10K F01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	"ADJUSTING THE TONAL QUALITY OF ENGINE NOISE USING ACTIVE NOISE CONTROL TECHNIQUES" RESEARCH DISCLOSURE, GB, INDUSTRIAL OPPORTUNITIES LTD. HAVANT, Nr. 320, 1. Dezember 1990 (1990-12-01), Seiten 972-973, XP000163374 ISSN: 0374-4353 das ganze Dokument	1-4,6,7
A	US 5 321 759 A (YUAN YI) 14. Juni 1994 (1994-06-14) in der Anmeldung erwähnt Spalte 8, Zeile 41 - Spalte 11, Zeile 31; Abbildungen 3-5	5,8

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. November 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

11/12/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Häusser, T

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internz ales Aktenzeichen

PCT/EP 00/08775

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR 2 692 709 A (RENAULT) 24. Dezember 1993 (1993-12-24) Zusammenfassung; Abbildung 1	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. les Aktenzeichen

PCT/EP 00/08775

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
--	-------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------

US 5321759	A	14-06-1994	EP 0568127 A	03-11-1993
FR 2692709	A	24-12-1993	KEINE	